



03500.017937.

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
MASAFUMI KYOGAKU)
Application No.: 10/789,995)
Filed: March 2, 2004)
For: ELECTRON-EMITTING DEVICE,)
ELECTRON SOURCE, AND)
IMAGE DISPLAY APPARATUS)

Examiner: NYA
Group Art Unit: 2879
June 21, 2004

Mail Stop
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

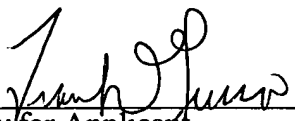
Sir:

In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is a certified copy of the following foreign application:

2003-061255, filed March 7, 2003.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicant
Registration No. 42,476

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200



CF0 17937

10/789,995^{US/A}
QAL 2879

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 6 1 2 5 5
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 6 1 2 5 5]

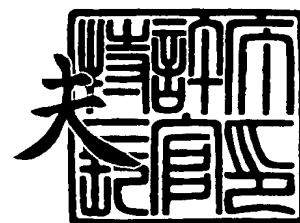
出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):



2 0 0 4 年 3 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 2 3 1 0 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 253381

【提出日】 平成15年 3月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01J 31/00

【発明の名称】 電子放出素子、電子源、画像表示装置

【請求項の数】 11

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 教 學 正文

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100096828

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 渡 辺 敬介

 【電話番号】 03-3501-2138

【選任した代理人】

 【識別番号】 100110870

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山 口 芳 広

 【電話番号】 03-3501-2138

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 004938

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1



【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0101029

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子放出素子、電子源、画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基体表面上に間隔をおいて対向して配置された、カソード電極およびゲート電極と、前記カソード電極上に配置された電子放出材を含む膜と、を有する電子放出素子であって、

前記電子放出材を含む膜は、前記基体表面に対して実質的に平行な面内であって、且つ、前記カソード電極と前記ゲート電極とが対向する方向と実質的に垂直な方向において、2つの端部を有しており、

駆動時において、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の各々と前記ゲート電極との間に印加される電界強度を、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の間の領域と前記ゲート電極との間に印加される電界強度よりも弱める構造を有する、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 2】 基体表面上に間隔をおいて対向して配置された、カソード電極およびゲート電極と、前記カソード電極上に配置された電子放出材を含む膜と、を有する電子放出素子であって、

前記電子放出材を含む膜は、前記基体表面に対して実質的に平行な面内であって、且つ、前記カソード電極と前記ゲート電極とが対向する方向と実質的に垂直な方向において、2つの端部を有しており、

前記基体表面に対して実質的に平行な平面における、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の各々と前記ゲート電極との間において前記カソード電極の一部が占める割合が、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の間に位置する領域と前記ゲート電極との間において前記カソード電極の一部が占める割合よりも大きい、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 3】 基体表面上に間隔をおいて対向して配置された、カソード電極およびゲート電極と、前記カソード電極上に配置された電子放出材を含む膜と、を有する電子放出素子であって、

前記電子放出材を含む膜は、前記基体表面に対して実質的に平行な面内であって、且つ、前記カソード電極と前記ゲート電極とが対向する方向と実質的に垂直な方向において、2つの端部を有しており、

前記基体表面に対して実質的に平行な平面における、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の各々と前記ゲート電極との間において、前記カソード電極は、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の間に位置する領域と前記ゲート電極との間よりも、前記ゲート電極側に突出している部分を有する、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項4】 基体表面上に間隔をおいて対向して配置された、カソード電極およびゲート電極と、前記カソード電極上に配置された電子放出材を含む膜と、を有する電子放出素子であって、

前記電子放出材を含む膜は、前記基体表面に対して実質的に平行な面内であって、且つ、前記カソード電極と前記ゲート電極とが対向する方向と実質的に垂直な方向において、2つの端部を有しており、

前記ゲート電極は、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の間に位置する領域との距離が、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部との距離よりも短い形状を有する、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項5】 基体表面上に間隔をおいて対向して配置された、カソード電極およびゲート電極と、前記カソード電極上に配置された電子放出材を含む膜と、を有する電子放出素子であって、

前記電子放出材を含む膜は、前記基体表面に対して実質的に平行な面内であって、且つ、前記カソード電極と前記ゲート電極とが対向する方向と実質的に垂直な方向において、2つの端部を有しており、

前記カソード電極と前記ゲート電極の間隔におけるセンターラインから前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の間に位置する領域までの距離が、前記センターラインから前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部までの距離よりも短い、
ことを特徴とする電子放出素子。

【請求項 6】 前記電子放出材を含む膜は、複数のファイバー状の導電性部材を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の電子放出素子。

【請求項 7】 前記電子放出材を含む膜は、カーボンの主成分とすることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の電子放出素子。

【請求項 8】 前記電子放出材を含む膜は、複数のカーボンファイバーを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の電子放出素子。

【請求項 9】 前記カーボンファイバーは、カーボンナノチューブ、グラファイトナノファイバー、アモルファスカーボンファイバー、ダイヤモンドファイバーのいずれかであることを特徴とする請求項 8 に記載の電子放出素子。

【請求項 1 0】 複数の電子放出素子を有する電子源であって、前記電子放出素子が請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の電子放出素子からなることを特徴とする電子源。

【請求項 1 1】 電子源と発光部材とを有する画像表示装置であって、前記電子源が請求項 1 0 に記載の電子源からなることを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子放出材を含む膜を有する電子放出素子、該電子放出素子を多数配置してなる電子源、及び該電子源を用いた画像表示装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

最近、冷陰極材料として、カーボンナノチューブ（以下「CNT」）などのカーボンファイバーが注目されている。カーボンナノチューブとは数層か一層のグラファイトを巻いて円筒状の構造を有するフラーレンのことであり、1991年に発見された新しい炭素材料である（Nature, 354, (1991) 56）。更に、カーボンナノチューブを用いて、微小な電子放出素子を形成し、これを平面状に多数形成した電子源を用いた画像表示装置への応用が試みられている。

【0 0 0 3】

従来、電界放射型電子放出素子の例としては、カソード電極が基板から略鉛直方向に円錐形状をなしたものの、所謂「スピント型」が知られていた。スピント型の電子放出素子は、基板上に絶縁層およびゲート電極が成膜され、微細加工によって得られた孔の内部にMo等で円錐状のカソード電極が形成されている。また、アノード電極および蛍光体は、ゲート電極と対向して配置される。

【0 0 0 4】

上述したスピント型電子放出素子は、先鋭化した金属電極の先端部分からの電子電界放出を利用している。しかし、微細加工による素子では画像表示装置の一画素あたりの素子数を多く取ることが難しい。

【0 0 0 5】

また、電界電子放出電圧を下げるには、先鋭化した先端のアスペクト比を大きくすることが重要であるが、微細加工技術による先端の先鋭化には限界があり、電界放出させるのに必要な電界の強度を下げることは困難であった。

【0 0 0 6】

一方、CNTなどのカーボンファイバーは、その形状が、直径数十nmと微細で、且つ長さが数百nm～数 μ mと、アスペクト比が高い形状のものである。そのため、カーボンファイバーを電子源として用いれば、低電圧で駆動が可能である。しかも、許容電流容量が大きくとれることから、大電流を安定して放出することができるなど、画像表示装置への応用に有利な特性を多く備えている（例えば、特許文献1参照。）。

【0 0 0 7】

一方、横型に構成した電子放出素子の例としては、先端を先鋭化したカソード電極と、カソード電極先端から電子を引き出すゲート電極とが基板と平行に形成し、ゲート電極とカソード電極が対向する方向と垂直な方向にアノード電極を配置したものが知られている（例えば、特許文献2、3参照。）。

【0 0 0 8】

このような横型の電子放出素子においても、例えば特許文献4や、特許文献5などに開示されているように、電子放出部に、カーボンナノチューブ等のカーボンファイバーを用いて、素子特性の向上を図る試みが行われている。

【 0 0 0 9 】

以上のような電子放出素子を複数個形成した電子源基板を用いれば、蛍光体などからなる画像形成部材と組み合わせることで画像形成装置を構成することができる。

【 0 0 1 0 】**【特許文献 1】**

特開 2 0 0 2 - 2 5 4 7 7 号公報

【特許文献 2】

米国特許第 4 7 2 8 8 5 1 号明細書

【特許文献 3】

米国特許第 4 9 0 4 8 9 5 号明細書

【特許文献 4】

特開 2 0 0 1 - 5 2 5 9 8 号公報

【特許文献 5】

特開 2 0 0 2 - 1 5 0 9 2 5 号公報

【 0 0 1 1 】**【発明が解決しようとする課題】**

従来の、カーボンナノチューブ等のカーボンファイバーを電子放出部として用いた横型電子放出素子からなる電子源は、以下の課題を有している。

【 0 0 1 2 】

図 9 に横型電子放出素子の一形態を例示する。図 9 は横型電子放出素子を基体表面の上方から見た図であり、9 1 は基板、9 2 はカソード電極、9 3 はゲート電極、9 4 は電子放出膜である。

【 0 0 1 3 】

通常、横型電子放出素子では、カソード電極 9 2 上の、ゲート電極 9 3 に対向するエッジに沿ってパターンニングされたカーボンファイバーからなる電子放出膜 9 4 を形成する。

【 0 0 1 4 】

電子放出膜 9 4 からの電子放出は、カーボンファイバー先端の電子放出部位に

実効的に印加される電界強度によって決まり、具体的には、1) 対向ゲート電極からの距離により決まるマクロ的な電界、及び、2) カーボンファイバーの形状等によって規定される電界増強効果、によって決まる。

【0015】

電子放出膜 94 とゲート電極 93 の距離が等しい場合、即ちマクロ的な電界が等しい場合は、電子放出膜 94 の不均一性に起因した電界増強効果の不均一性によって、電子放出のし易さが決まる。即ち、カーボンファイバーの形状、及び密度等に不均一が存在すると、電子放出特性に不均一性が生じる。

【0016】

電子放出膜 94 をカソード電極 92 のエッジに沿って形成する手段として、1) 触媒をパターニングし、触媒が残されたエリアにカーボンファイバーを成長させる、2) カーボンファイバーを用意した後、任意のエリアにカーボンファイバーからなる膜を配置する、等の手段を取ることができる。

【0017】

図 10 に、図 9 に示した電子放出素子の、カソード電極 92 の端部に沿った断面模式図を示す。

【0018】

1) の場合、電子放出膜 94 のパターンの縁辺部とそれ以外の部位の成長速度に差が生じやすく、カーボンファイバーの形状、或いは、密度等の場所による不均一が生じやすい。その結果、縁辺部とそれ以外の領域では、電子放出特性に違いが生じやすい。縁辺部とそれ以外の部位のカーボンファイバー成長を厳密に一致させることは困難であり、電子放出素子毎の不均一性の要因となっている。例えば、図 9 に示すように、パターニングされた電子放出膜 94 の端部 95 におけるカーボンファイバーは、それ以外の領域におけるカーボンファイバーと形態が異なりやすい。

【0019】

2) の場合、カーボンファイバーの形態、及び形成密度を比較的均一にすることができるが、図 10 に示すように、パターニングされたエリアの縁辺部において、エッジ部 95 が形成される。エッジ部 95 では、通常、電界集中による電界

増強効果が大きくなり電子放出の電圧の閾値が低下する。

【0 0 2 0】

いずれの製法を用いても、有限の領域の電子放出部を形成する以上、電子放出部内での電子放出特性の不均一性が生じるという問題がある。特に、縁辺部と中央部との電子放出特性の違いが生じやすく、このような膜の全面を電子放出部として用いた場合、縁辺部に低閾値を持つ電子放出部の存在は、異常発光点として発現してしまうという問題があった。

【0 0 2 1】

また、このような電子放出素子を用いた画像形成装置では、輝度むらを生じやすいという問題があった。

【0 0 2 2】

そこで、本発明は、上記課題を解決するものであって、異常発光点の発現を抑制し、輝度むらのない表示品位に優れた画像形成装置を製造し得る電子放出素子、及び電子源を提供するものである。

【0 0 2 3】

【課題を解決するための手段】

本発明は上述する課題を解決するために鋭意検討を行ってなされたものであり、下述する電子放出素子によって与えられる。

【0 0 2 4】

即ち、本発明の電子放出素子は、

基体表面上に間隔をおいて対向して配置された、カソード電極およびゲート電極と、前記カソード電極上に配置された電子放出材を含む膜と、を有し、

前記電子放出材を含む膜は、前記基体表面に対して実質的に平行な面内であって、且つ、前記カソード電極と前記ゲート電極とが対向する方向と実質的に垂直な方向において、2つの端部を有しており、

駆動時において、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の各々と前記ゲート電極との間に印加される電界強度を、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の間の領域と前記ゲート電極との間に印加される電界強度よりも弱める構造を有することを特徴とする。

【0 0 2 5】

或いは、本発明の電子放出素子は、

基体表面上に間隔をおいて対向して配置された、カソード電極およびゲート電極と、前記カソード電極上に配置された電子放出材を含む膜と、を有し、

前記電子放出材を含む膜は、前記基体表面に対して実質的に平行な面内であって、且つ、前記カソード電極と前記ゲート電極とが対向する方向と実質的に垂直な方向において、2つの端部を有しており、

前記基体表面に対して実質的に平行な平面における、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の各々と前記ゲート電極との間において前記カソード電極の一部が占める割合が、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の間に位置する領域と前記ゲート電極との間において前記カソード電極の一部が占める割合よりも大きいことを特徴とする。

【0 0 2 6】

或いは、本発明の電子放出素子は、

基体表面上に間隔をおいて対向して配置された、カソード電極およびゲート電極と、前記カソード電極上に配置された電子放出材を含む膜と、を有し、

前記電子放出材を含む膜は、前記基体表面に対して実質的に平行な面内であって、且つ、前記カソード電極と前記ゲート電極とが対向する方向と実質的に垂直な方向において、2つの端部を有しており、

前記基体表面に対して実質的に平行な平面における、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の各々と前記ゲート電極との間において、前記カソード電極は、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の間に位置する領域と前記ゲート電極との間よりも、前記ゲート電極側に突出している部分を有することを特徴とする。

【0 0 2 7】

或いは、本発明の電子放出素子は、

基体表面上に間隔をおいて対向して配置された、カソード電極およびゲート電極と、前記カソード電極上に配置された電子放出材を含む膜と、を有し、

前記電子放出材を含む膜は、前記基体表面に対して実質的に平行な面内であっ

て、且つ、前記カソード電極と前記ゲート電極とが対向する方向と実質的に垂直な方向において、2つの端部を有しており、

前記ゲート電極は、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の間に位置する領域との距離が、前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部との距離よりも短い形状を有することを特徴とする。

【0028】

或いは、本発明の電子放出素子は、

基体表面上に間隔をおいて対向して配置された、カソード電極およびゲート電極と、前記カソード電極上に配置された電子放出材を含む膜と、を有し、

前記電子放出材を含む膜は、前記基体表面に対して実質的に平行な面内であって、且つ、前記カソード電極と前記ゲート電極とが対向する方向と実質的に垂直な方向において、2つの端部を有しており、

前記カソード電極と前記ゲート電極の間隔におけるセンターラインから前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部の間に位置する領域までの距離が、前記センターラインから前記電子放出材を含む膜の前記2つの端部までの距離よりも短いことを特徴とする。

【0029】

上記の電子放出材を含む膜としては、複数のファイバー状の導電性部材を含む膜を用いることができる。

【0030】

また、上記の電子放出材を含む膜としては、カーボンの主成分とする膜を用いることができる。

【0031】

また、上記の電子放出材を含む膜としては、複数のカーボンファイバーを含む膜を用いることができる。

【0032】

更に、前記カーボンファイバーは、カーボンナノチューブ、グラファイトナノファイバー、アモルファスカーボンファイバー、ダイヤモンドファイバーのいずれかとすることができる。

【 0 0 3 3 】

また、本発明は、複数の電子放出素子を有する電子源であって、前記電子放出素子が上述の本発明の電子放出素子からなることを特徴とする。

【 0 0 3 4 】

また、本発明は、電子源と発光部材とを有する画像表示装置であって、前記電子源が上述の本発明の電子源からなることを特徴とする。

【 0 0 3 5 】

本発明の電子放出素子によれば、電子放出部における電子放出特性分布が小さい電子放出素子を提供することが可能となり、そして、電子放出素子間の電子放出特性のばらつきを低減することが可能となる。このため、本発明の電子放出素子を複数配置した電子源を用いれば、大面積の均一で良好な画質の画像を表示できる画像形成装置が得られる。

【 0 0 3 6 】**【発明の実施の形態】**

以下、本発明の実施形態例を、図面を参照して説明するが、本発明はこれらの形態例に限定されるものではない。

【 0 0 3 7 】

先ず、本発明における電子放出素子を、図 1、及び図 2 を用いて説明する。

図 1 は、電子放出素子の基板に対向してアノード電極を設け、更に真空容器に設置した状態を表す模式図である。図 2 は、本発明の電子放出素子の一例を基板に対して上方から見た模式図である。

【 0 0 3 8 】

図において、1 は基板（基体）、2 はカソード電極（陰極電極）、3 はゲート電極（引き出し電極）、4 は導電層、5 は電子放出材を含む膜（以下「電子放出膜」という。）、6 はアノード基板、7 はアノード電極、8 は真空容器である。また、真空容器 8 は真空排気装置（不図示）に接続されている。また、上記カソード電極 2 と導電層 4 とを含めて、カソード電極と呼ぶ場合もある。また、電子放出膜 5 が直接カソード電極 2 に安定に機械的および電氣的に結合していれば、導電層 4 は必ずしも必要ではない。

【0039】

電子放出膜5は、基板1表面に対して実質的に平行な面内であって、且つ、カソード電極2とゲート電極3とが対向する方向と実質的に垂直な方向において、2つの端部A、Bを有している。

【0040】

カソード電極2、ゲート電極3の形状、及び、電子放出膜5を適切に配置することによって、駆動時において、電子放出膜5の前記2つの端部A、Bの各々とゲート電極3との間に印加される電界強度を、電子放出膜5の前記2つの端部A、Bの間の領域とゲート電極3との間に印加される電界強度よりも弱める構造を形成している。

【0041】

このような構造によって、電子放出膜5の二つの端部A、Bからの電子放出を抑制し、二つの端部A、Bの間の領域から、制御して電子放出を起こすことができるようになる。

【0042】

本発明の電子放出素子の構造は、電子放出膜5の前記2つの端部A、Bの各々とゲート電極3との間に印加される電界強度を、電子放出膜5の前記2つの端部A、Bの間の領域とゲート電極3との間に印加される電界強度よりも弱める構造（以下、「本発明による電界制御構造」という。）であればどのような形態であっても良い。

【0043】

本発明による電界制御構造の具体的な形態例を図2～図7に示す。図2～図7に示す電子放出素子の形態は、本発明の一例を示したにすぎない。なお、これらの図においては、同一部材には同一の符号を付している。

【0044】

上述した本発明による電界制御構造は、

1) 図2, 3, 4, 5に例示する構造のように、基体1表面に対して実質的に平行な平面における、電子放出膜5の2つの端部A、Bの各々とゲート電極3との間においてカソード電極2の一部が占める割合が、電子放出膜5の2つの端部A

、Bの間に位置する領域とゲート電極3との間においてカソード電極2の一部が占める割合よりも大きい構造。

2) 図2, 4, 5に例示する構造のように、基体1表面に対して実質的に平行な平面における、電子放出膜5の2つの端部A, Bの各々とゲート電極3との間において、カソード電極2は、電子放出膜5の2つの端部A, Bの間に位置する領域とゲート電極3との間よりも、ゲート電極3側に突出している部分を有する構造。

3) 図3, 6, 7に例示する構造のように、ゲート電極3は、電子放出膜5の2つの端部A, Bの間に位置する領域との距離が、電子放出膜5の2つの端部A, Bとの距離よりも短い形状を有する構造。

4) 図2乃至図7に例示する構造のように、カソード電極2とゲート電極3の間隔におけるセンターライン9(図2参照)から電子放出膜5の2つの端部A, Bの間に位置する領域までの距離が、前記センターライン9から電子放出膜5の2つの端部A, Bまでの距離よりも短い構造。

などによって実現することができる。

【0045】

次に、本発明の電子放出素子の製造工程の一例を説明する。ここでは、電子放出材料としてカーボンファイバーを用い、且つ、カソード電極上に配置した触媒を用いてカーボンファイバーを成長させる例を説明する。また、ここでは、以下に記す材料や大きさはあくまで一例であり、本発明は以下の値、材料に限定されるものではない。また、本発明に適用可能な電子放出材料は、前述したように、カーボンファイバーに限られるものではない。また、ここでは、カソード電極上でカーボンファイバーを成長させる例を説明するが、予めカーボンファイバーを形成しておき、このファイバーをカソード電極上に配置する場合であっても良い。

【0046】

基板1には、石英等の高融点ガラスを用い、一般的な半導体プロセス技術を用いて、カソード電極2及びゲート電極3を形成し、更に、カソード電極2上の所望の領域に触媒層を形成する。尚、触媒層は連続膜ではなくて、「島状膜」ある

いは「複数の粒子からなる膜」とすることが好ましい。また触媒としては、Fe、Co、Ni、Pdなどの金属を含む触媒性材料や、前記触媒性材料を含む合金などを用いることができる。特には、PdあるいはCoを用いると好ましく、PdとCoの合金であるとより好ましい。

【0047】

また、カソード電極2と触媒層との間に、図1に示したような、導電層4を設けることがある。この導電層としては、例えば金属窒化物、或いは金属酸化物などを用いることができ、後の電子放出材の形成を容易にする働きを持たせることができる場合がある。

【0048】

続いて、上記基板を400℃～800℃程度に加熱しながら、有機ガスを導入することによって触媒を形成した領域に、複数のカーボンファイバーが形成される。このカーボンファイバーが電子放出材となる。このカーボンファイバーは、成長時の温度、有機ガス種、有機ガス濃度等によって異なるが、直径5nm～250nm程度、長さ数十nm～数μm程度で、屈曲しながら（条件によっては直線的に）ファイバー状に伸びた形態を取ることが多い。複数のカーボンファイバーからなる膜（電子放出膜5）の厚みは、ゲート電極3とカソード電極2との平均距離以下であることが好ましい。尚、上記加熱温度をさらに上げると所謂カーボンナノチューブを形成することもできる。

【0049】

導電性のファイバー状の材料はアスペクト比（縦横比）を大きく取り易く、電界増強させ易い。そのために、低電圧で電子を放出させることが可能であり、本発明の電子放出部材として好ましく用いられる。

【0050】

なお、本発明における「カーボンファイバー」とは、「炭素を主成分とする柱状物質」あるいは、「炭素を主成分とする線状物質」ということもできる。また、「カーボンファイバー」とは、「炭素を主成分とするファイバー」ということもできる。そして、また、本発明における「カーボンファイバー」とは、より具体的には、カーボンナノチューブ、グラファイトナノファイバー、アモルファス

カーボンファイバー、ダイヤモンドファイバーを含む。

【0 0 5 1】

カーボンファイバーの形態は、例えば、特開 2 0 0 0 - 7 5 1 6 7 号公報で説明されている。グラフェンが円筒形状（円筒形が多重構造になっているものはマルチウォールナノチューブと呼ばれる。）の形態をとるものはカーボンナノチューブと呼ばれ、特にチューブ先端を開放させた構造の時に、最もその閾値が下がる。より具体的には、カーボンナノチューブは、その長手方向（ファイバーの軸方向）を囲むよう（円筒形状）にグラフェンが配置されているファイバー状の物質である。換言すると、グラフェンがファイバーの軸に対して実質的に平行に配置されるファイバー状の物質である。

【0 0 5 2】

また、長手方向（ファイバーの軸方向）にグラフェンが積層されたファイバー状の物質がグラファイトナノファイバーと呼ばれている。換言すると、グラフェン（c 軸）がファイバーの軸に対して非平行に配置されたグラフェンの積層体からなるファイバー状の物質である。

【0 0 5 3】

尚、グラファイトの 1 枚面を「グラフェン」あるいは「グラフェンシート」と呼ぶ。より具体的には、グラファイトは、炭素原子が sp^2 混成により共有結合でできた正六角形を敷き詰める様に配置された炭素平面が、約 3.354 Å の距離を保って積層してできたものである。この一枚一枚の炭素平面を「グラフェン」あるいは「グラフェンシート」と呼ぶ。

【0 0 5 4】

どちらのカーボンファイバーも電子放出の閾値が $1\text{ V} \sim 10\text{ V} / \mu\text{m}$ 程度であり、本発明のエミッタ（電子放出膜 5）の材料として好ましい。

【0 0 5 5】

特に、グラファイトナノファイバーの集合体を用いた電子放出材は、低電界で電子放出を起こすことができ、大きな放出電流を得ることができ、安定な電子放出特性が得られ、しかも簡易に製造ができるので好ましく用いられる。

【0 0 5 6】

上記したカーボンファイバーは、前述の触媒（炭素の堆積を促進する材料）を用いて炭化水素ガスを分解して形成することができる。カーボンナノチューブとグラファイトナノファイバーは触媒の種類、及び分解の温度において異なる。例えば、P d、N iにおいては低温（4 0 0℃以上の温度）でグラファイトナノファイバーを生成することが可能である。F e、C oを用いたカーボンナノチューブの生成温度は8 0 0℃以上必要なことから、P d、N iを用いてのグラファイトナノファイバー材料の作成は、低温で可能なため、他の部材への影響や、製造コストの観点からも好ましい。

【0 0 5 7】

前述の炭化水素ガスとしては例えばアセチレン、エチレン、メタン、プロパン、プロピレンなどの炭化水素ガス、C O、C O₂ガスあるいはエタノールやアセトンなどの有機溶剤の蒸気を用いることができる。

【0 0 5 8】

ここでは、電子放出膜5の表面の一部であり、電子放出する部位を含み基体1表面と実質的に平行な平面と、ゲート電極3の表面の一部を含み基体1表面と実質的に平行な平面との、基体表面を基準とした相対位置関係に関しては特に規定しなかった。これらは、概ね同一平面内にあってもよく、或いは、離れた位置に配置された場合でも、本発明による電界制御構造に適用することができる。ただし、離れた位置に配置される場合は、放出電子のゲート電極3上での散乱を抑制するために、図1に示したように電子放出膜5の表面の一部を含み基板1表面と実質的に平行な平面が、ゲート電極3の表面の一部を含み基板1表面と実質的に平行な平面と、アノード電極7との間に配置されることが望ましい。

【0 0 5 9】

図1に示した上記構成において、カソード電極2側から放出された電子がゲート電極3に衝突する割合を低減できる。その結果、放出された電子ビームの広がりが少なく、高効率な、電子放出素子が得られる。

【0 0 6 0】

上記した本発明の電子放出素子の駆動について図1を用いて説明する。

図1ではまず、素子を真空容器8内に配置し、排気装置（不図示）を用いて真空

を形成する。次に、ゲート電極 3 が電子放出膜 5（あるいはカソード電極 2）に対して高電位になるように、電圧を印加する。

【0061】

ここで、本発明の電子放出素子では、電子放出膜 5 の 2 つの端部 A、B 近傍（図 2 参照）で、二つの端部 A、B の間の領域よりも電界が弱まる構造を有しているために、電界放出を、二つの端部 A、B の間の任意の領域で優先的に起こすことができる。

【0062】

これにより、従来問題であった膜の電界放出特性の不均一（特に、二つの端部を有する膜の、二つの端部の電子放出特性と、二つの端部の間の領域における電子放出特性の違いを反映した、同一素子内での放出電子分布のむら）を低減することが可能となる。

【0063】

また、本発明によれば、電極形状によって、電子放出膜のうち、膜形態の均一性の高い領域を選択的に電子放出部とすることができる。そのため、電子放出膜 5 の高いアライメント精度を必要とすることなく、電子放出特性の揃った電子放出素子を提供することが可能である。

【0064】

更に、上記本発明の電子放出素子を複数配列すると共に、蛍光体などの発光体を有するアノード電極を用意することでディスプレイなどの画像表示装置を構成することができる。

【0065】

本発明の電子放出素子を電子源として用いた画像形成装置においては、各画素内での輝度むらを低減することが可能となり、ひいてはパネル全体での輝度むらの低減が可能となる。

【0066】

【実施例】

以下に、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明する。

【0067】

[実施例 1]

図 2 は、本実施例の電子放出素子を、基体表面の上方から見た図である。

図 2 において、1 は基板、2 はカソード電極、3 はゲート電極、5 は電子放出膜である。なお、カソード電極 2 と電子放出膜 5 の間には、導電層 4 (不図示) が挿入されており、両者を併せてカソード電極 2 と呼んでいる。

【0068】

ここでは、基板 1 には石英、カソード電極 2、及びゲート電極 3 には Pt、電子放出膜 5 としてはグラファイトナノファイバー、導電層 4 には TiN を用いた。

【0069】

また、ここでは、図示した範囲で、導電層 4 と電子放出膜 5 は概ね同一の領域に形成される構成としたが、導電層 4 が電子放出膜 5 の領域を内包するように形成されていても良い。

【0070】

電子放出膜 5 は、一定の幅を持った帯状にパターニングされており、帯の長手方向に二つの端部 A、B が存在する。

【0071】

ゲート電極 3 とカソード電極 2 の間隔は一定ではなく、電子放出膜 5 の二つの端部の間の領域における間隔は、電子放出膜 5 の二つの端部の近傍における間隔よりも広くなる形態とした。従って、カソード電極 2 端から電子放出膜 5 までの距離は、二つの端部において遠く、二つの端部の間の領域ではカソード電極 2 端と電子放出膜 5 の端は、近接した形態となっている。

【0072】

次に、本実施例における電子放出素子の製造工程を、図 8 を用いて説明する。

【0073】

基板 1 に石英基板を用い、十分洗浄を行った後、カソード電極 2、及びゲート電極 3 の材料としてスパッタ法により Ti を厚さ 5 nm 蒸着し、引き続き Pt を厚さ 30 nm 蒸着した。

【0074】

次に、一般的なフォトリソグラフィ工程で、ポジ型フォトレジストを用いてレジストパターンを形成し、このフォトレジストをマスクとして、Ar ガスを用いたPt 層、Ti 層のドライエッチングを行い、カソード電極2、及びゲート電極3を形成した(図8(a))。

【0075】

次に、基板温度を300℃に保ち、Ar 中に窒素を混合させたエッチングガスでTi をスパッタする反応性スパッタ法にて、TiN を厚さ500nmの厚さに蒸着し、導電層4としてTiN 層を形成した。更に、基板を室温まで冷却した後、スパッタ法にて島状になる程度の量だけPd を蒸着し、島状Pd 層81を形成した(図8(b))。

【0076】

次に、フォトリソグラフィ工程で、ポジ型フォトレジストを用いてレジストパターンを形成し(図8(c))、パターンニングした前記フォトレジスト82をマスクとして、CF₄ ガスを用いて島状Pd 層81、TiN 層4をドライエッチングすることによって、カソード電極2上に所望のパターンに金属触媒81(島状Pd 層)を形成した(図8(d))。

【0077】

次に、大気圧の窒素希釈した1%水素と、大気圧の窒素希釈した0.1%アセチレンをおよそ1:1で混合した気流中で500℃、10分間加熱処理をすると、金属触媒81を形成した領域に、電子放出膜5が形成された(図8(e))。

【0078】

電子放出膜5は、直径5nm~250nm程度で、屈曲しながら繊維状に伸びた多数のカーボンファイバー(電子放出材)からなり、膜厚は数μm程度であった。該カーボンファイバーを電子顕微鏡観察、及び、ラマン分光分析を行い、グラファイトナノファイバーが形成されていることを確認した。

【0079】

なお、本実施例においては、電子放出膜5として、グラファイトナノファイバーを用いたが、これ以外にも、カーボンファイバーを含む膜であれば、同様の作用が得られる。例えば、カーボンファイバーとしては、カーボンナノチューブ、

アモルファスカーボンファイバー、ダイヤモンドファイバー等を用いることができる。

【0080】

カソード電極 2 とゲート電極 3 の間に電圧を印加すると、カソード電極 2 内は、等電位であるので、電子放出膜 5 の 2 つの端部 A および B に印加される電界強度は、上記 2 つの端部 A および B の間の領域に印加される電界強度よりも弱くなる。電界の弱まりは、カソード電極 2 端から電子放出膜 5 の端の距離が離れるほど大きい。そのため、図 2 の構成においては、電子放出膜 5 のうち、カソード電極 2 - ゲート電極 3 間隔が広がっている領域の近傍では、相対的に強い電界がかかることになる。従って、図 2 の構成においては、ゲート電極 3 の電位に依存した、電子放出膜 5 の電子放出に必要な閾値（電圧）は、カソード電極 2 - ゲート電極 3 間隔が広がっている領域の近傍で低くなる。

【0081】

本構成の電子放出素子に対して、カソード電極 2 とゲート電極 3 の間に電圧を印加すると、カソード電極 2 - ゲート電極 3 間隔が広がっている領域の近傍の電子放出膜 5 から選択的に電子放出を起こし、二つの端部近傍から電子放出を抑制することができた。

【0082】

また、本実施例の変形例として、図 1 1 に示すように、ゲート電極 3 側から見て、カソード電極 2 のエッジが、複数の凹凸形状で形成されていてもよい。このような形状にすることで、電子放出領域を複数に分けることもできる。また、カソード電極のエッジの凹部は、図 1 2 に示すように、楕円形状の凹状となっても良い。

【0083】

〔実施例 2〕

図 3 は、本実施例の電子放出素子を、基体表面の上方から見た図である。本実施例の電子放出素子は、実施例 1 で示した電子放出素子と同様の方法で作製することができる。また、実施例 1 と同様の部材は、同様の符号で示してある。

【0084】

本実施例における電子放出素子では、ゲート電極 3 とカソード電極 2 の間隔は一定であり、電子放出膜 5 は、楕円状にパターンニングされており、ゲート電極 3 とカソード電極 2 の間のギャップに沿った方向に、実質的に二つの端部 A、B が存在する。

【0085】

図からわかるように、カソード電極 2 端から電子放出膜 5 までの距離は、端部 A、B において遠く、端部 A、B の間の領域ではカソード電極 2 端と電子放出膜 5 の端は、近接している。

【0086】

即ち、電子放出膜 5 の 2 つの端部の各々とゲート電極 3 との間において、カソード電極 2 の一部が占める割合が、電子放出膜 5 の 2 つの端部の間に位置する領域とゲート電極 3 との間において、カソード電極 2 の一部が占める割合よりも大きくなっている。

【0087】

本実施例の電子放出素子についても、カソード電極 2 とゲート電極 3 の間に電圧を印加した場合、カソード電極 2 とゲート電極 3 が対向する方向の電界強度は、電子放出膜 5 の二つの端部の間の領域よりも、電子放出膜 5 の二つの端部近傍の方が弱くなる。従って、ゲート電極 3 の電位による、電子放出に必要な閾値は、電子放出膜 5 の二つの端部近傍よりも、電子放出膜 5 の二つの端部の間の領域で低くなる。

【0088】

本実施例の電子放出素子では、電子放出膜 5 とゲート電極 3 との間においてカソード電極 2 の一部が占める割合がより小さい、電子放出膜 5 の二つの端部の間の領域から選択的に電子放出を起こし、二つの端部近傍の電子放出を抑制することができた。

【0089】

[実施例 3]

図 4 は、本発明の電子放出素子を、基体表面の上方から見た図である。本実施例の電子放出素子は、実施例 1 で示した電子放出素子と同様の方法で作製するこ

とができる。また、実施例 1 と同様の部材は、同様の符号で示してある。

【0 0 9 0】

電子放出膜 5 は、一定の幅を持った帯状にパターニングした。従って、電子放出膜 5 の長手方向に二つの端部 A、B が存在する。

【0 0 9 1】

電子放出膜 5 の 2 つの端部 A、B の各々とゲート電極 3 との間において、カソード電極 2 は、電子放出膜 5 の 2 つの端部の間に位置する領域とゲート電極 3 との間よりも、ゲート電極 3 側に突出する形態とした。

【0 0 9 2】

従って、ゲート電極 3 とカソード電極 2 の間隔は一定ではなく、電子放出膜 5 の二つの端部 A、B の間の領域で間隔が広がっている。即ち、カソード電極 2 端から電子放出膜 5 までの距離は、端部近傍よりも、二つの端部の間の領域でより接近した形態となっている。

【0 0 9 3】

本実施例の電子放出素子についても、カソード電極 2 とゲート電極 3 の間に電圧を印加した場合、カソード電極 2 とゲート電極 3 が対向する方向の電界強度は、電子放出膜 5 の二つの端部 A、B の間の領域よりも、電子放出膜 5 の二つの端部近傍の方が弱くなる。従って、ゲート電極 3 の電位による、電子放出に必要な閾値は、電子放出膜 5 の二つの端部近傍よりも、電子放出膜 5 の二つの端部の間の領域で低くなる。

【0 0 9 4】

本実施例の電子放出素子では、カソード電極 2 がゲート電極 3 側に突出している電子放出膜 5 の二つの端部近傍の電子放出を抑制することができ、二つの端部の間の領域から選択的に電子を放出させることができた。

【0 0 9 5】

また、本実施例の変形例として、図 5 に示すような形態であっても良い。

【0 0 9 6】

[実施例 4]

図 6 は、本発明の電子放出素子を、基体表面の上方から見た図である。本実施

例の電子放出素子は、実施例 1 で示した電子放出素子と同様の方法で作製することができる。また、実施例 1 と同様の部材は、同様の符号で示してある。

【0097】

電子放出膜 5 は、カソード電極 2 上に、基体表面に対して実質的に平行な面内に矩形にパターニングした。また、電子放出膜 5 は、カソード電極 2 とゲート電極 3 とが対向する方向と実質的に垂直な方向において、2 つの端部 A、B を有する。

【0098】

ゲート電極 3 は、電子放出膜 5 の前記 2 つの端部の間に位置する領域との距離が、電子放出膜 5 の前記 2 つの端部との距離よりも短くなるように形成した。

【0099】

ゲート電極 3 と電子放出膜 5 との距離が短くなった領域において、それ以外の領域よりも、電界強度が高くなる。

【0100】

本構成の電子放出素子に対して、カソード電極 2 とゲート電極 3 の間に電圧を印加すると、ゲート電極 3 と電子放出膜 5 との距離が短くなった領域において、カソード電極 2 とゲート電極 3 が対向する方向の電界に関し、より大きな電界が電子放出膜 5 に印加されることになるので、該領域の近傍において選択的に電子放出を起こすことができた。

【0101】

また、本実施例の変形例として、図 7 に示すような形態であっても良い。

【0102】

以上、本発明の電子放出素子の実施例を説明したが、本発明はこのような電子放出素子を複数個形成した電子源、さらにはかかる電子源を用い、蛍光体などからなる発光部材と組み合わせることで構成される画像形成装置を包含する。

【0103】

【発明の効果】

本発明によれば、電子放出分布が小さい電子放出部を有する電子放出素子を提供することが可能となり、電子放出素子間の電子放出特性のばらつきを低減する

ことが可能となる。更には、本発明の電子放出素子を複数配置した電子源を用いれば、大面積の均一で良好な画質の画像を表示できる画像形成装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の電子放出素子の基板に対向してアノード電極を設け、更に真空容器に設置した状態を表す模式図である。

【図 2】

本発明の電子放出素子の一例を示す模式図である。

【図 3】

本発明の電子放出素子の一例を示す模式図である。

【図 4】

本発明の電子放出素子の一例を示す模式図である。

【図 5】

本発明の電子放出素子の一例を示す模式図である。

【図 6】

本発明の電子放出素子の一例を示す模式図である。

【図 7】

本発明の電子放出素子の一例を示す模式図である。

【図 8】

本発明の電子放出素子の製造方法の一例を示す模式図である。

【図 9】

従来の電子放出素子の一例を示す模式図である。

【図 1 0】

従来の電子放出素子の断面構造の一例を示す模式図である。

【図 1 1】

本発明の電子放出素子の一例を示す模式図である。

【図 1 2】

本発明の電子放出素子の一例を示す模式図である。

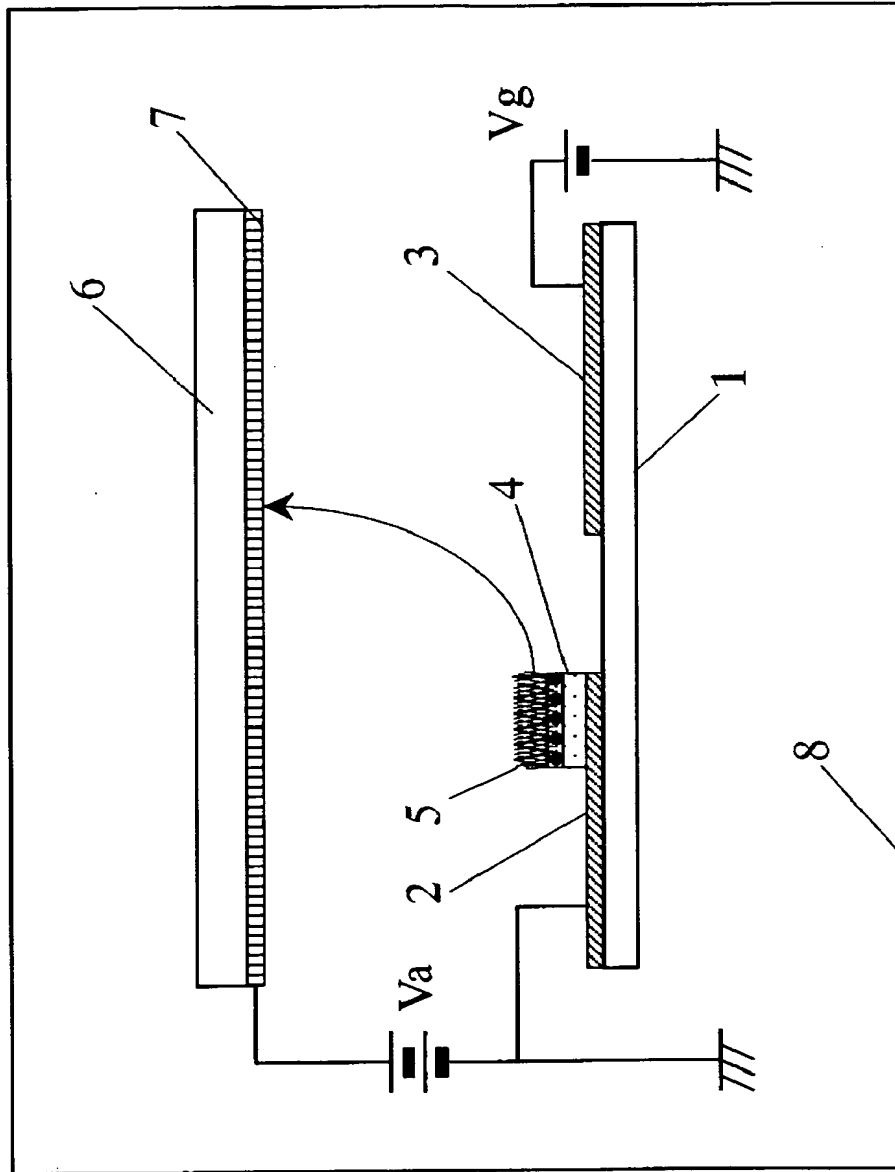
【符号の説明】

- 1 基板（基体）
- 2 カソード電極
- 3 ゲート電極
- 4 導電層
- 5 電子放出材を含む膜（電子放出膜）
- 6 アノード基板
- 7 アノード電極
- 8 真空容器
- 9 カソード電極とゲート電極の間隔におけるセンターライン
- 8 1 金属微粒子層
- 8 2 フォトマスク
- 9 1 基板
- 9 2 カソード電極
- 9 3 ゲート電極
- 9 4 電子放出材を含む膜
- 9 5 電子放出材を含む膜の端部

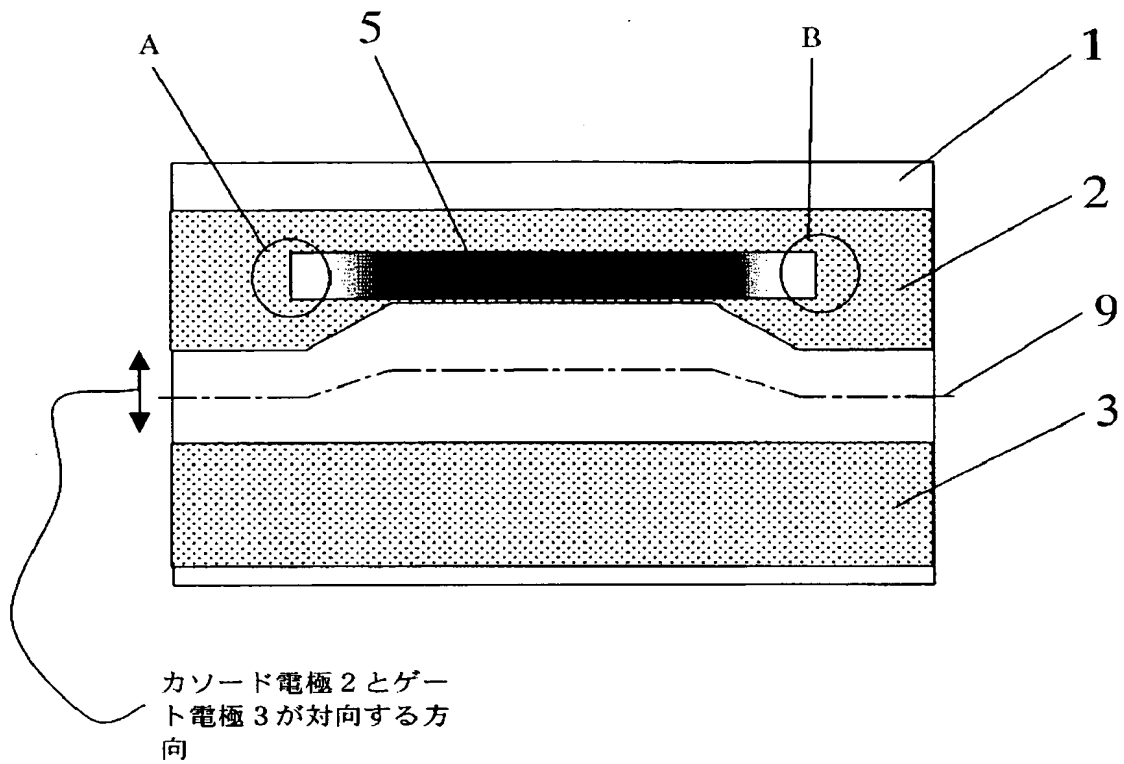
【書類名】

図面

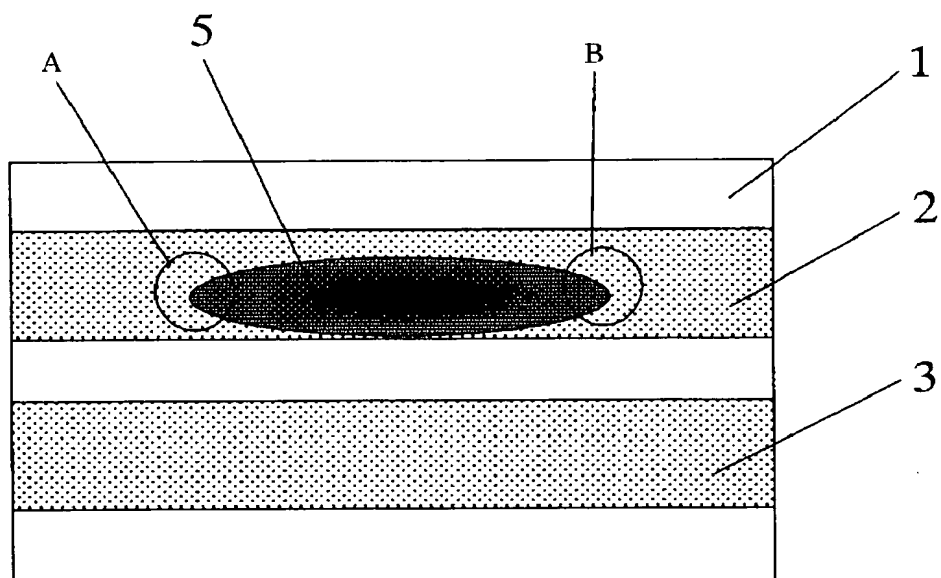
【図 1】



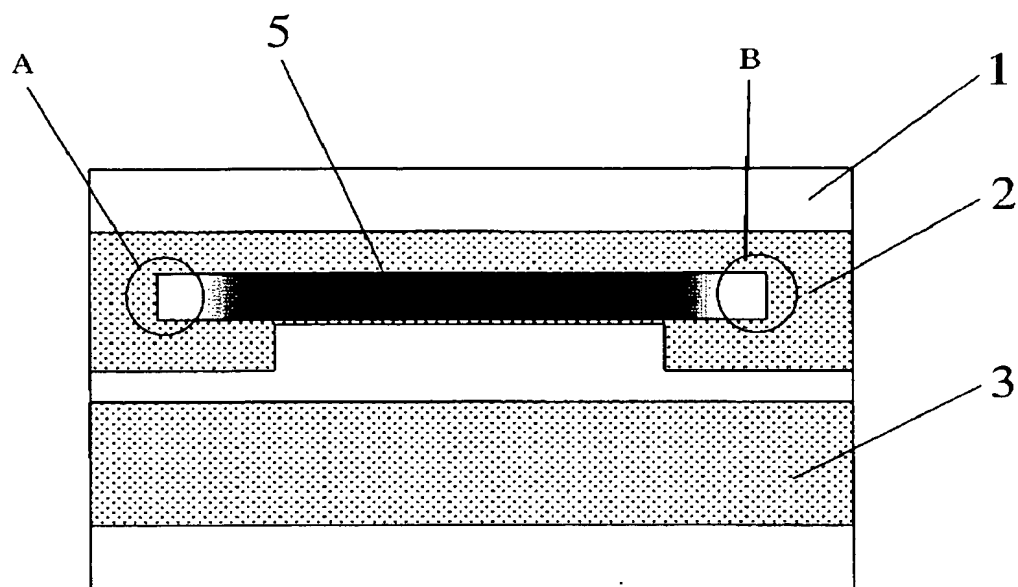
【図 2】



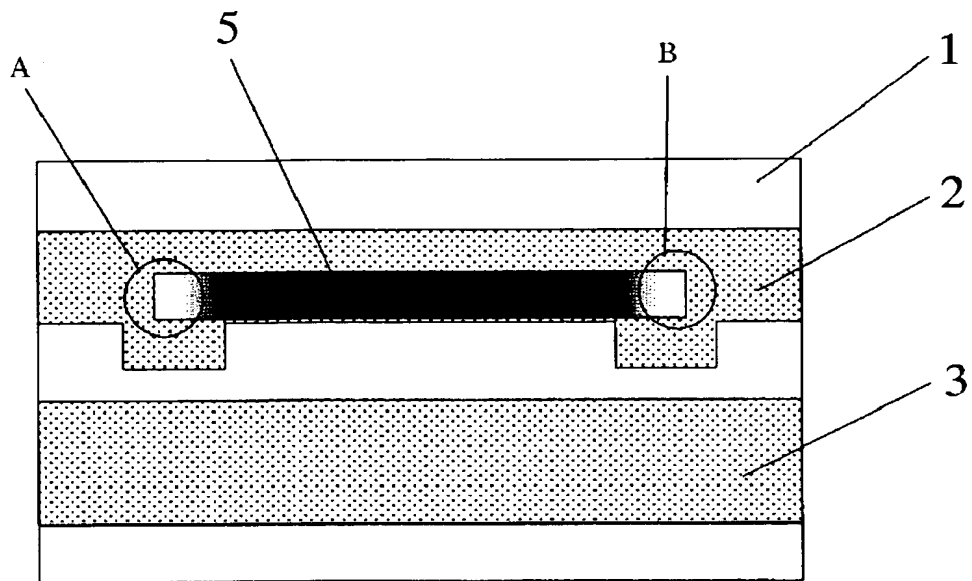
【図 3】



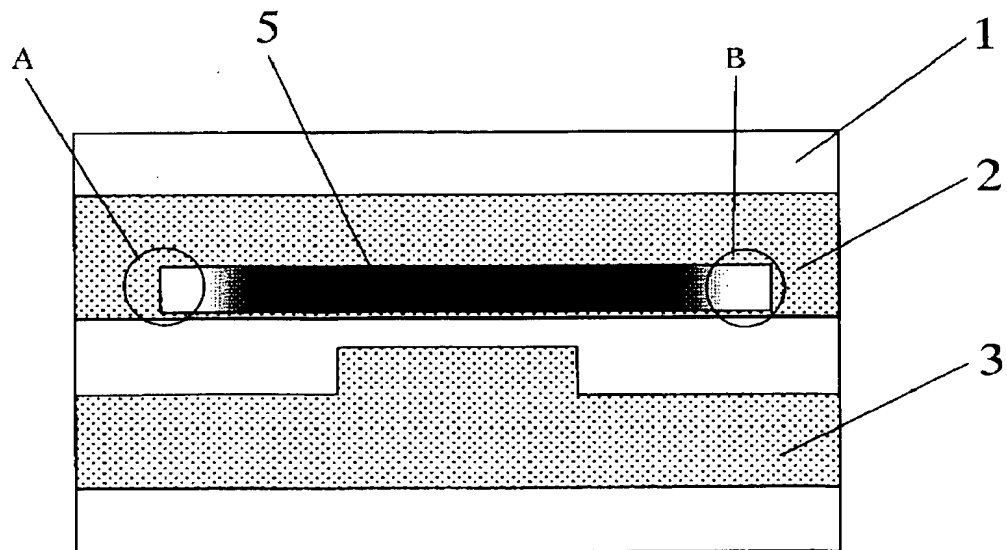
【図 4】



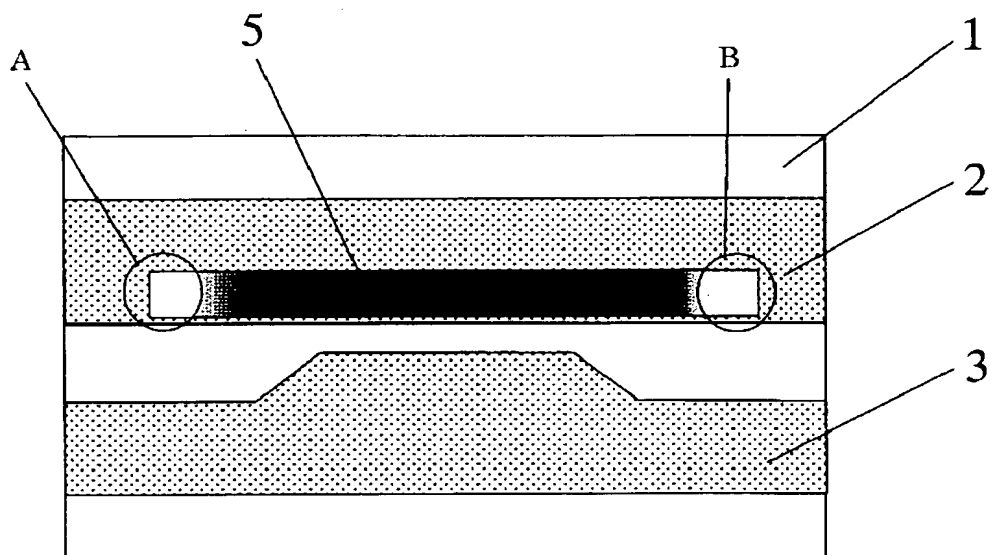
【図 5】



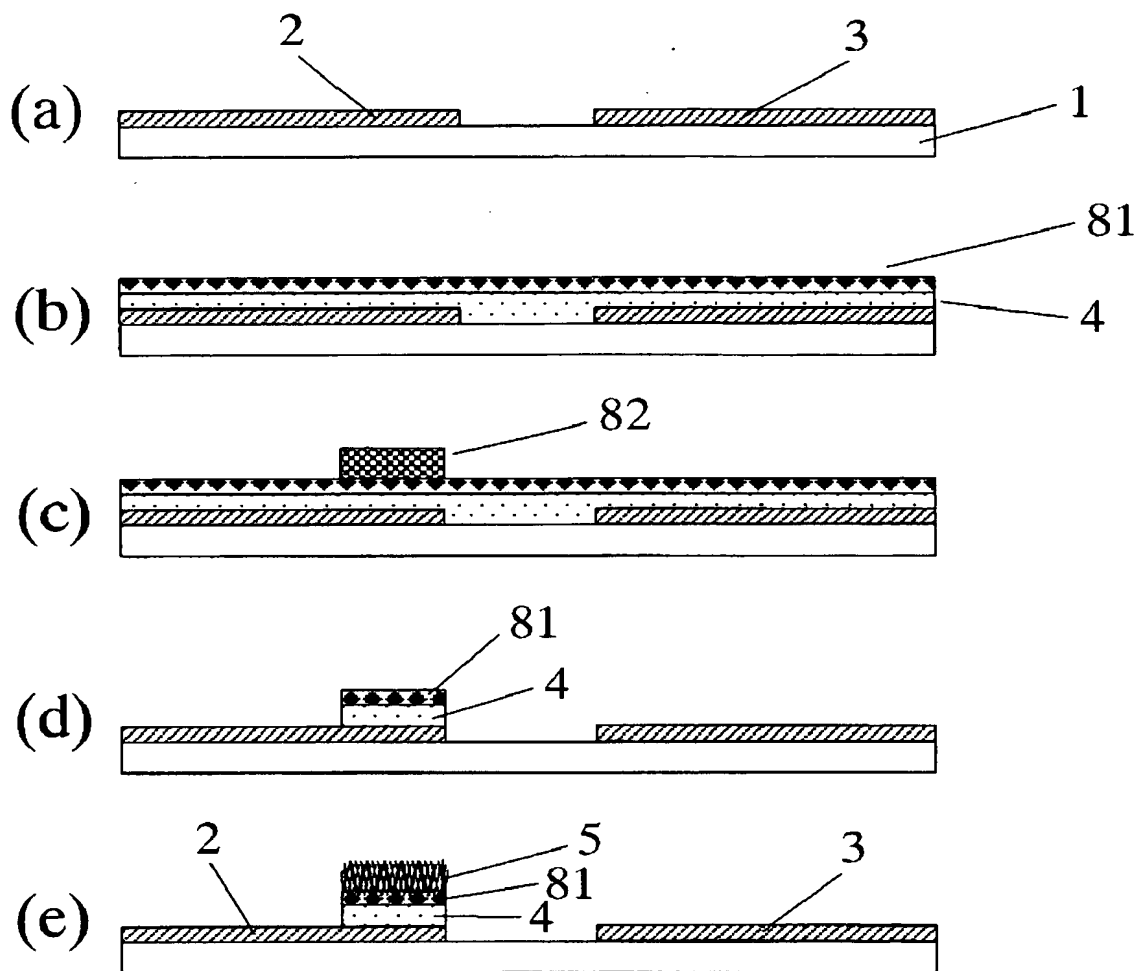
【図 6】



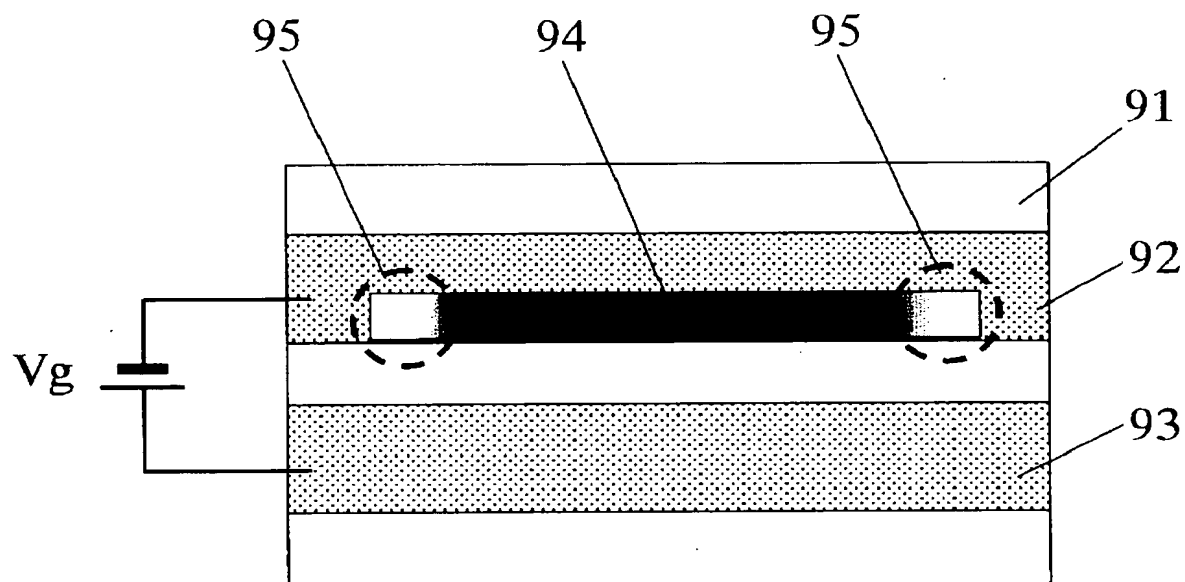
【図 7】



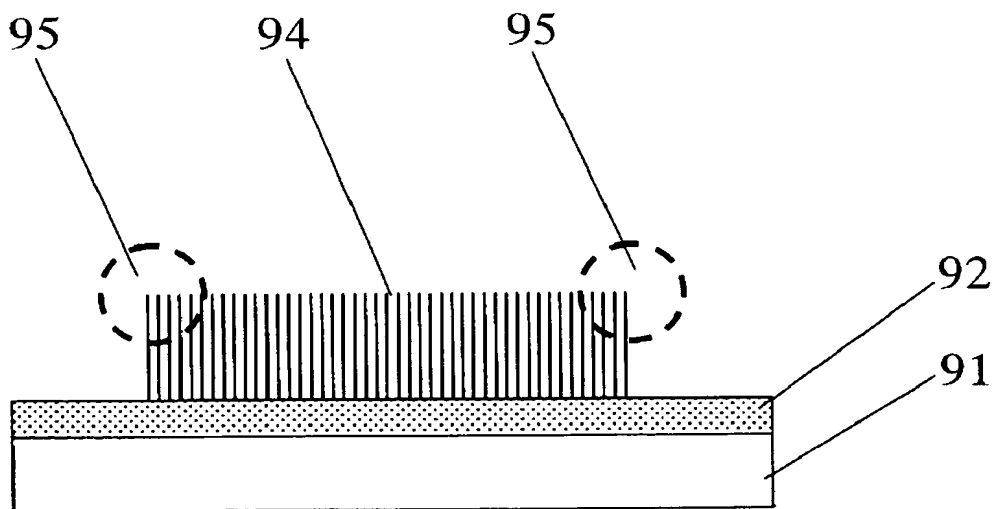
【図 8】



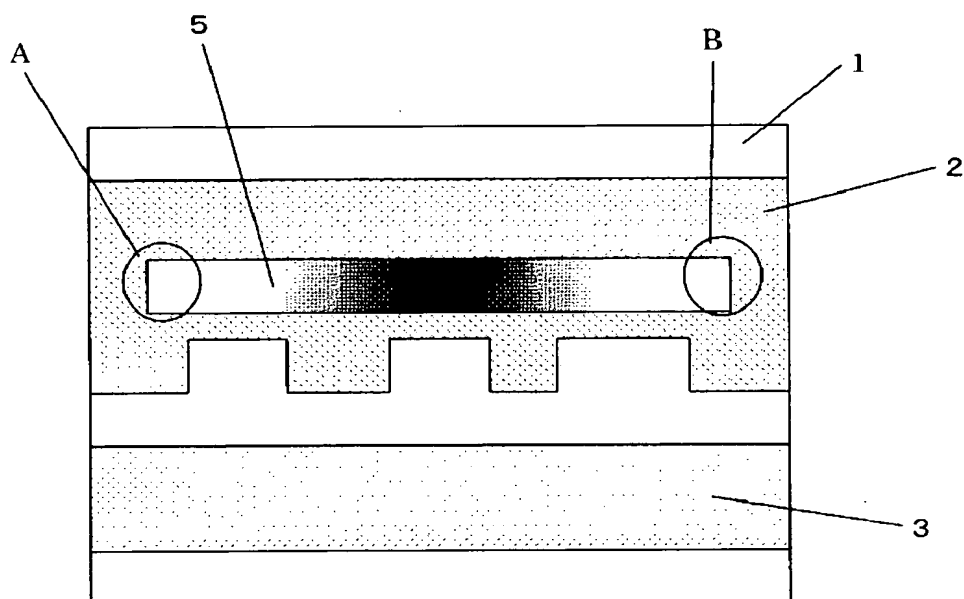
【図 9】



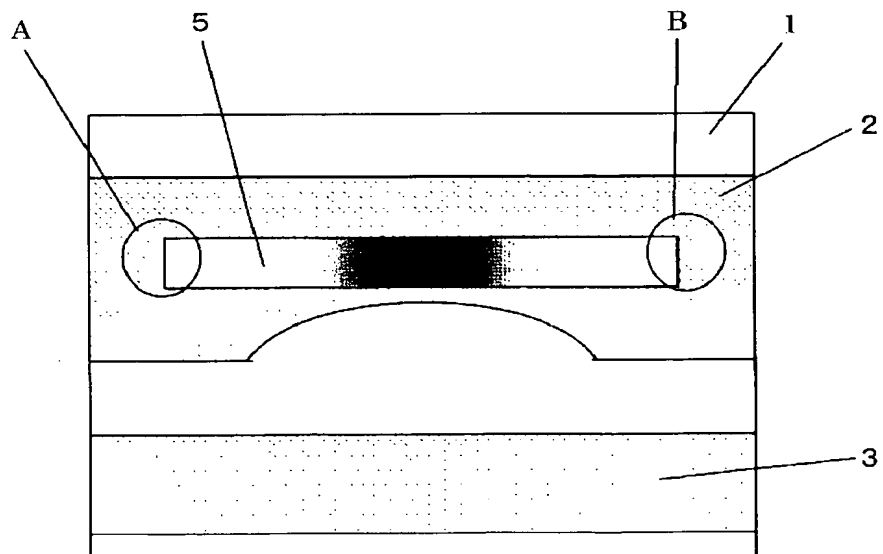
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 異常発光点の発現を抑制し、輝度むらのない表示品位に優れた画像形成装置を製造し得る電子放出素子を提供する。

【解決手段】 基体表面上に間隔をおいて対向して配置された、カソード電極 2 およびゲート電極 3 と、カソード電極 2 上に配置された電子放出膜 5 とを有する電子放出素子であって、電子放出膜 5 は、基体表面に対して実質的に平行な面内であって、且つ、カソード電極 2 とゲート電極 3 とが対向する方向と実質的に垂直な方向において 2 つの端部 A, B を有しており、駆動時において、電子放出膜 5 の端部 A, B の各々とゲート電極 3 との間に印加される電界強度を、電子放出膜 5 の端部 A, B の間の領域とゲート電極 3 との間に印加される電界強度よりも弱める構造を有することを特徴とする。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 0 6 1 2 5 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号
氏 名	キャノン株式会社